

Ing.arch.Lucie Holopírková  
Školitel: Doc. Ing. Meixner Miloslav, CSc.  
Ústav stavitelství, FA VUT Brno

Jednou ze základních priorit naší společnosti je stálé zvyšování životní úrovně. Součástí této péče je snaha o optimalizaci všech faktorů působících na každého jednotlivce doma i na pracovišti.

**Klíčová slova:** Elektroiontové mikroklima, mikroklima, záporné ionty, ionizace vzduchu, vnitřní prostředí budov, pohoda a zdraví člověka

## **Aeroions, A Way To Be Constantly Fresh**

One of the main priorities of our society is premanent increasing of standard of living . Part of this care is to optimize all factors which affect each individual's home or workplace.

**Keywords:** electro-ionic microclimate, microclimate, negative ions, ionization of air, indoor climate buildings, well-being and human health

### **1 Vnitřní mikroklima budov**

V interiéru se vyskytuje řada faktorů, které působí na člověka, souhrn těchto složek se nazývá Vnitřní mikroklima budov. Optimální úroveň těchto složek vytváří „stav pohody“. Stav pohody je definován Světovou zdravotnickou organizací / WHO -World Health Organisation/ jako „stav kompletní fyzické, mentální a sociální pohody, a nesestává se jen z absence nemoci nebo vady“.

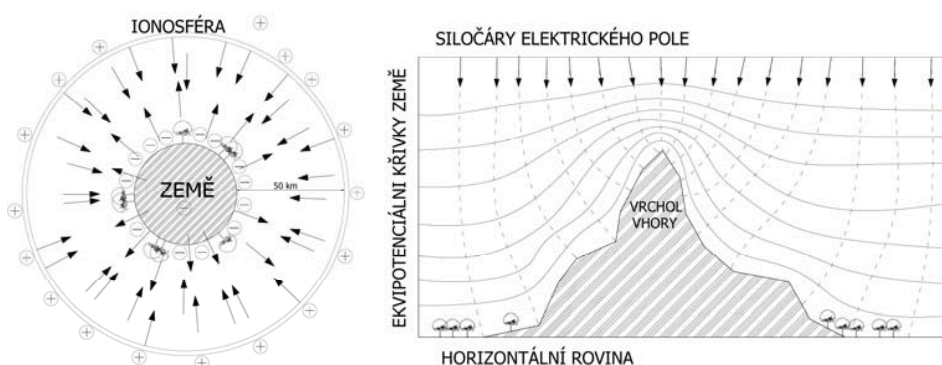
Jak tedy můžeme této pohody dosáhnout, jak ji změřit, případně co ji ohrožuje a jak ohrožujícím faktorům čelit? Mikroklima je část prostředí tvořená složkami na jejichž přenosu se podílí vzduch. Druhy mikroklimatu: tepelně-vlhkostní, odeřové , toxické, aerosolové, mikrobiální, ionizující, elektrostatické, elektroiontové, elektromagnetické, akustické, psychické a světelné (Jokl 2002). Více rozvedu Mikroklima elektroiontové, jako jednu z doposud opomíjených složek vnitřního prostředí.

### **2 Mikroklima elektroiontové**

Aeroionty v interiéru se podílejí na elektroiontovém mikroklimatu, což je složka prostředí vytvářená negativními a pozitivními ionty v ovzduší, které exponují člověka a

spoluvytváří tak jeho celkový stav (Jokl 1984). Stav elektroiontového mikroklimatu je jinými slovy koncentrace záporných a kladných iontů ve vzduchu. Sledujeme jejich vzájemný poměr.

Ovzduší elektricky neutrální se v přírodě nevyskytuje vůbec. Pro pocit komfortu prostředí je určitý počet atmosférických iontů nezbytný. Studie a měření prokazují, že na člověka mají pozitivní účinek záporné ionty, kladné naopak účinek negativní.



Obrázek 1: Schéma el. zemského pole; Obrázek 2: Koncentrace siločar el. pole na vrcholech hor. Zdroj: Archiv autora dle předlohy: Jokl M. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. 2002. s.169-167

### 3 Co jsou ionty a jak vznikají?

Při přirozené ionizaci vzniká dvojice elektricky nabitých částic, jedna s kladným a jedna se záporným nábojem s rozdílnou hmotností a pohyblivostí.

Zeměkouli si lze představit jako obrovský kulový kondenzátor, jehož vnitřní elektrodou je vodivý povrch Země, nabitý záporně. A druhou elektrodou je vrstva dobře vodivého ovzduší, tzv. Ionosféry, která je vodivá kladně, obr.1. Mezi těmito dvěma póly je asi 50 km vzduchu. Zde se vytváří slabé elektrické pole, jehož intenzita dosahuje u zemského povrchu 130 až 140 V/m. Na vrcholcích hor bylo naměřeno až 5000 V/m, intenzita elektrického pole je zde tedy mnohonásobně větší obr.2.

Proces ionizace:

- 1) vytržení elektronu z atomu, takže se projeví kladný náboj jeho jádra
- 2) připojení volného elektronu na neutrální atom či molekulu, které tak získávají náboj záporný.

3) vytvoření lehkého vzdušného iontu, což je zpravidla shluk 10 – 30 plynných molekul, navázaných na elektricky nabitou částici a nesoucí její elektrický náboj.

Celý tento proces trvá zlomek vteřiny (uvádí se  $10^{-6}$  sekund) (Jokl 2002) v atmosféře probíhá nepřetržitě. K ionizaci vzduchu a vytvoření iontů je zapotřebí energie - ionizační energie. Tou se překonává elektrostatická přitažlivost mezi elektronem a kladně nabitým jádrem.

Ionty vznikají v přírodě několika způsoby:

1) elektromagnetickým zářením, kosmickým zářením, jako ultrafialová složka slunečního záření

2) gama záření radioaktivních látek, obsažených přirozeně v zemské kůře (radon)

3) Lénardovým efektem - tvorba záporných iontů vzniklých prudkým dopadem částic vody na překážku, nebo rozprašováním vody, případně praskáním bublinek vzduchu na vodní hladině.

Vzdušné ionty dělíme podle hmotnosti :

a) Lehké, vyskytují se jako shluky 10 – 30 molekul plynů s životností několika sekund, pro blahodárný vliv na člověka nejdůležitější. Používá se také název aeroionty, lehké vzdušné záporné ionty.

b) Střední, shluky několika set molekul plynů, životnost je několik minut až hodin.

c) Těžké, shluky až tisíců molekul, životnost je několik dní až týdnů a pohybují se nejpomaleji. Vznikají nabalováním prachových částic, dýmu a kouře na lehký iont, ten nabývá na hmotnosti a rychlosti pohybu a klesá k zemi.

Koncentrace lehkých iontů je kvalitativním ukazatelem čistoty ovzduší.

#### 4 Způsoby měření iontů

V normách nejsou uvedeny požadované hodnoty koncentrace iontů v budovách, nalezneme pouze hodnoty doporučené. Pro stanovení koncentrací vzdušných iontů jsou užívány počítače iontů, tzv. iontometry, s jejich pomocí přímo odečíst počet iontů v  $\text{cm}^3$  vzduchu jedné polarity, případně měří obě polarity současně. Měří se v dýchací zóně 170 cm u stojícího a 110 cm u sedícího člověka.

Úroveň elektroiontového mikroklimatu určují hodnoty přípustné a optimální:

#### 1. Dle počtu negativních lehkých iontů

- minimální počet:  $50 \pm 250$  v  $\text{cm}^3$
- optimální počet:  $1250 \pm 250$  v  $\text{cm}^3$

2. Unipolární kvocient -  $UQ = n^+/n^-$ , poměr mezi počtem pozitivních a negativních iontů měřených v  $\text{cm}^3$ , mění se během dne i roku.

- minimální počet:  $1,1 \pm 0,9$
- optimální počet:  $1,25 \pm 0,15$  tedy poměr (5 : 4) (Jokl 2002)

Počet lehkých negativních iontů na  $\text{cm}^3$  v prostředí:

- |                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| - místnosti městských bytů | 50 - 100        |
| - městské ulice            | 100 - 500       |
| - klimatizované místnosti  | 0 - 100         |
| - moře a les               | 1 000 - 5 000   |
| - hory                     | 5 000 - 30 000  |
| - jeskynní prostory        | 5 000 - 50 000  |
| - vodopády                 | 10 000 - 50 000 |
| - po bouřce                | 50 000 a více   |

## 5 Vliv iontů na člověka

Je prokázán příznivý vliv lehkých záporných iontů na lidský organismus, snahou je zajistit, aby se koncentrace iontů v pobytových prostorech co nejvíce přiblížila jejich koncentraci v přírodním, neznečištěném prostředí. Lehké vzdušné ionty působí příznivě na duševní i fyzické zdraví, zvyšují jeho mentální i fyzické schopnosti, mají specifické léčebné účinky, činí vzduch dýchatelnějším, lehčím a příjemnějším. Jsou také příčinou svěžesti vzduchu, zrychlují růst rostlin, na jiné organismy (bakterie) mají vliv tlumivý účinek a zastavují jejich růst. Kladné ionty mají opačný účinek.

Vzduch chudý na jakékoli ionty je označován vnímavými osobami jako *těžký*, vzduch s převahou pozitivních iontů jako *dusno* a vzduch s převahou negativních iontů jako *řidký a chladný*. Vzduch s optimálním poměrem pozitivních a negativních iontů jako *lehký a čistý* (Jokl 2002).

## 6 Jak lze ionty vyrobit?

Ionty se dají vyrobit pomocí ionizátoru. Některé ionizátory produkují ionty obojí polarity, jiné dokáží produkovat pouze ionty záporné. Velkým problémem některých ionizátorů je tvorba ozonu a kyslíčnicku dusíku, jako vedlejšího produktu výroby záporných vzdušných iontů.

Ionizátory pracují na různých principech: 1- využívají elektrické pole, 2- využívají ionizující nebo ultrafialové záření, 3- Léanrdovým efektem. Ionizátor dokáže ozdravit vnitřní prostředí každého bytu nebo kanceláře zvláště tam, kde jsou v provozu televizní obrazovky nebo počítačové monitory. Nehodí se do místností kde se kouří. Ionizátory se podílejí na čištění vzduchu tak, že urychlují sedimentaci prachu a jeho částice elektrickými silami odpuzují směrem k pevným povrchům. Nečistoty ze vzduchu se tedy více usazují na podlaze, stěnách a zařízení. Ovzduší nelze vyčistit nebo ionizovat "do zásoby". Vzduch se čistí a obohacuje lehkými zápornými ionty pouze po dobu provozu ionizátoru, po vypnutí jeho efekt během několika minut vymizí. Ionizátory nejsou novinkou, již v roce 1976 byly použity v střediscích vrcholového sportu v ložnicích reprezentantů z SSSR a NDR před olympiádou, pro zvýšení výkonnosti (Jokl 1984).

Dalším způsobem jak záporné ionty vyrobit je již zmíněným Léanarovým efektem, který lze v praxi využít umístěním či zabudováním fontán a vodních ploch, jak do interiéru tak exteriéru. U vodopádů čistých horských řek bylo naměřeno až 40 000 negativních iontů na cm<sup>3</sup>. Existují také hydrodynamické ionizátory - rozprašovače vody. Byly provedeny pokusy měření u rozprašovače s destilovanou vodou, pitnou vodou a minerální vodou z pramene. Nejvíce iontu se naměřilo při použití vody destilované. Do interiéru budovy vstupují ionty zvenku, proto je důležité přirozené větrání okny. Ionty se také utvářejí uvnitř v elektrických polích zasahujících zvenčí. Bouřky mají značný vliv na vznik záporných iontů. Vzduch se zdá čerstvý a svěží.

## 7 Klimatizace

Koncentrace záporných iontů vlivem klimatizace prudce klesá. Jestliže je například vzduch veden 2 m dlouhým vzduchovodem o průměru 10 cm rychlostí 1,5m/s, vodivost vzduchu a koncentrace iontů klesá o 20% ) (Jokl 2002). Z průzkumů ve velkých administrativních budovách, kde je klimatizace hlavním zdrojem čerstvého vzduchu bylo uveřejněno, že se spuštěním klimatizačních jednotek se stížnosti pracovníků zvyšují. Respondenti si stěžují na obavy z chladu, podrážděnost, únava, bolesti hlavy, otupělost, ospalost.

## 8 Materiály stavebních konstrukcí a jejich vliv na vznik a zánik iontu

Konstrukce pláště budov značně ovlivňují elektrické pole uvnitř staveb. Minimálně přirozené elektrické pole deformují dřevěné a tradiční konstrukce, pálená cihla, dřevo

hlína. Železobetonové konstrukce a konstrukce s ocelovým skeletem elektrické pole odstiňují, vytvářejí kolem prostoru Faradaiovu klec. Fyziologové zjistili, že žáby hynou ve Faradayově kleci, která představuje dokonale odstíněný prostor, prostředí elektricky neutrální. Včelaři ze zkušenosti vědí, že včely nelze chovat v železných úlech (Lajčíková 2007). Takovéto odstínění elektrického pole nastává také v letadlech a vlacích, kde není možnost přirozeně větrat, nevznikají tu přirozenou cestou žádné záporné ionty a to může být jedním z příčin únavy a mikrosrápků řidičů.

Na ionizaci vzduchu v interiéru budov mají vliv veškeré materiály, které tvoří povrchy stropu, stěn, podlahy a vnitřní vybavení. Materiály se kterými přichází masa vzduchu do kontaktu jsou také místem velkého zániku vzdušných iontů. Pohltivost iontů jednotlivými materiály se dá měřit, uvádí se tzv. Relativní permitivitou. Materiály o vysoké permitivitě jsou příznivé pro udržení elektroiontového mikroklimatu v interiéru. Podlahy z PVC, syntetické nátěry a zátěžové koberce z umělých vláken mají velmi nízkou permitivitu. Vhodné jsou přírodní materiály, vápenné omítky s příměsí kaolínu, dřevěné povrchy, dlažby a bavlněné textilie.

## 9 Ozdravné pobyty

Speleoterapie je metoda léčení obtíží dýchacích cest a astma. Léčebný proces probíhá pobytem pacienta jeskyni. K léčení těchto problémů se využívá jeskynního klimatu. Jak jeskyně fungují? Relativní vlhkost vzduchu v jeskyni je okolo 90%, teplota 5–12°C a prašnost velice nízká. Jeskynní mikroklima také ovlivňuje geologické složení horniny, Radon v jeskyních přirozeně vyvěrá z vápencových stěn. Záporně nabitě stěny jeskyně přitahují kladné ionty a odpuzují záporně nabitě ionty, které vytvoří oblak v prostoru jeskyně. Působí zde i radiace. V jeskyních byla naměřena koncentrace až 50 000 lehkých iontů na cm<sup>3</sup>. Lázeňské pobyty a pobyty v horských rezortech kde se vyskytují koncentrace záporných iontů působí blahodárně a regeneračně na člověka.

## 10 Referenční příklady zkoumaných budov z hlediska iontového mikroklimatu

### 10.1 Rodinný dům plecháč v Humpolci 2005

Podle studie Budovy s metalickým pláštěm od Miloslava Jokla, která byla uveřejněna na internetovém serveru Bydneli-IQ z 25.04.2009, se dozvíme že metalicky plášť kolem budovy, se chová jako do jisté míry jako Faradaiova klec. Odstiňuje v interiéru elektrostatické pole Země, které je producentem negativních i pozitivních iontů. Nevznikají zde tudíž přirozenou cestou žádné negativní ionty. Autor v závěru uvádí, že zdravý pobyt v budově je podmíněn častým větráním okny, umístěním vhodné vzduchotechnické jednotky a použití Ionizátoru (Jokl 2009).





Obrázek 3: Rodinný dům plecháč. Zdroj: OK PlanArchitects, Autor: Jan Malý



Obr.4. Vila Tugendhat. Zdroj: Fotogalerie Vila Tugendhat. Autor: David Židlický

## 10.2 Vila Tugendhat v Brně 1930

Posouzení z hlediska elektroiontového mikroklimatu je vyhovující. Přestože se jedná o železobetonový skelet, který vytváří efekt Faradaiovy klece, jsou oka výztuhy dostatečně velká aby nezabránila prostupu elektrostatického pole do budovy – jen výjimečně klesají naměřené koncentrace negativních lehkých iontů pod předepsaný limit. Jsou naměřeny hodnoty 50-300 negativních iontů na  $\text{cm}^3$  a 0,5 m od okna až 1000 negativních iontů na  $\text{cm}^3$ . Celkově zkoumané složky mikroklimatu jsou nazvány jako nadčasové a vyhovující (Jokl 2009).

## 11 Závěr

Iontové mikroklima by mělo být zahrnuto do komplexních faktorů charakterizujících vnitřní klima budov. Již při návrhu je možné iontové mikroklima značně ovlivnit výběrem materiálů jak konstrukčních tak povrchových. Je to jen jedna ze složek vnitřního mikroklimatu. Dává však odpověď na některé otázky civilizačních chorob, které se prezentují pod pojmy SBS (Sick Building Syndrome) - syndrom nemocných budov, nebo BRI (Building Related Illness) – choroby související s budovami. Člověk tráví většinu svého času doma i na pracovišti v budovách, proto by měl brát zřetel na všechny složky vnitřního mikroklimatu objevující se v přirozeném klimatu v přírodě.

## 12 Seznam použité literatury a pramenů

BUŘIVAL Zdeněk. *Bioklimatické prostředí budov*. Ústav elektrotechnologie Fakulty elektrotechniky a informatiky VUT Brno. IUAPPA : Praha, 2000. Dostupné také z: [www.umad.de/infos/iuappa/pdf/A\\_26.pdf](http://www.umad.de/infos/iuappa/pdf/A_26.pdf)

JOKL Miloslav. *Optimalizace fyzikálních podmínek pro práci člověka*. Praha : Práce, 1984. ISBN 24-029-84

JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Praha : Academia, 2002. 261 s. ISBN 80-200-0928-0.

JOKL Miloslav, *Mikroklima interiéru vily Tugendhat v Brně (1. část)*, Architekt, 2008 , roč.8, č.5/2008, s.74-76 (článek v časopise)

JOKL Miloslav, *Mikroklima interiéru vily Tugendhat v Brně (2. část)*, Architekt, 2008 , roč.8, č.6/2008, s.88-91 (článek v časopise)

JOKL Miloslav, *Mikroklima interiéru obytných budov s metalickým obvodovým pláštěm*. Bydlení-iq. 2009. Dostupné také z: [www.bydleni-iq.cz/temata/strechy-fasady/plechova-fasada-domu-plechac/](http://www.bydleni-iq.cz/temata/strechy-fasady/plechova-fasada-domu-plechac/)

LAJČÍKOVÁ Ariana. *Syndrom nemocných budov*. Státní zdravotní ústav. Praha : Síť ekologických poraden, 2007. Dostupné také z : <http://zeleneuradovani.cz/content/File/sbs.pdf>